

DIFFRACTION OPTICAL ELEMENT AND ITS PRODUCTION

Patent Number: JP2000121819
Publication date: 2000-04-28
Inventor(s): KINERI TORU; YOKOTA HIDEAKI
Applicant(s): TDK CORP
Requested Patent: ☐ JP2000121819
Application Number: JP19980296518 19981019
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B5/18; G02B5/32
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a diffraction optical element having microgroove structures which are excellent in reproducibility and processing accuracy even when a hardly processable material is used in a processing stage using RIE and to provide a diffraction optical element having the structures which are high in an etching rate in the processing stage and provide a high degree of freedom in element design.

SOLUTION: The diffraction optical element utilizing the diffraction effect of light by the microgroove structures of micron order is characterized in that the diffraction optical element has light transmissive thin films 2 on one or both surfaces of an optically transparent substrate, that the microgroove structures 3 are formed at these transmissive thin films 2 and that the relation between the thickness of the transmissive thin films 2 and the groove pitch of the microgroove structures 3 is $0.1 < \text{the groove pitch/the thickness of the transmissive thin films} < 50$.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-121819

(P2000-121819A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

キーワード (参考)

G 0 2 B 5/18

G 0 2 B 5/18

2 H 0 4 9

5/32

5/32

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-296518

(22) 出願日 平成10年10月19日 (1998. 10. 19)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 木村 透

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケー株式会社内

(72) 発明者 横田 英明

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケー株式会社内

(74) 代理人 100067817

弁理士 倉内 基弘 (外1名)

Fターム (参考) 2H049 AA37 AA43 AA44 AA45 AA48

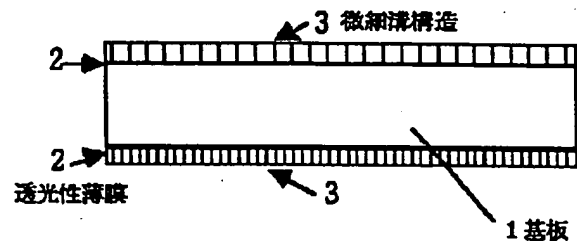
AA57 AA65 CA15 CA20

(54) 【発明の名称】 回折光学素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 R I Eを用いた加工工程において、難加工性材料を使用した場合にも再現性及び加工精度に優れた微細溝構造を有する回折光学素子を提供すること、及び加工工程におけるエッチングレートが早く、素子設計の自由度に富む構造を有する回折光学素子を提供することである。

【解決手段】 ミクロンオーダーの微細溝構造による光の回折効果を利用した回折光学素子において、該回折光学素子が光学的に透明である基板片面または両面に透光性薄膜を有し、該透光性薄膜に微細溝構造が形成され、透光性薄膜の厚みと微細溝構造の溝ピッチの関係が $0.1 < \text{溝ピッチ} / \text{透光性薄膜の厚み} < 50$ であることを特徴とする。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ミクロンオーダーの微細溝構造による光の回折効果を利用した回折光学素子において、該回折光学素子が光学的に透明である基板片面または両面に透光性薄膜を有し、該透光性薄膜に微細溝構造が形成され、透光性薄膜の厚みと微細溝構造の溝ピッチの関係が $0.1 < \text{溝ピッチ} / \text{透光性薄膜の厚み} < 50$ であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項2】 回折光学素子はレーザビームの分割、偏光、形状変換などの複数の機能を有する請求項1の回折光学素子。

【請求項3】 光学的に透明である基板がガラス材料、有機材料、セラミックス材料、単結晶材料の一種からなる請求項1又は2の回折光学素子。

【請求項4】 透光性薄膜がガラス材料、有機材料、セラミックス材料の一種からなる請求項1又は2の回折光学素子。

【請求項5】 透光性薄膜が SiO_2 、 SiON 、 SiN 、 Si_3N_4 の少なくとも一種からなる請求項1又は2の回折光学素子。

【請求項6】 ミクロンオーダーの微細溝構造による光の回折効果を利用した回折光学素子において、該回折光学素子が光学的に透明である基板片面または両面に透光性薄膜を有し、該透光性薄膜に微細溝構造が形成され、透光性薄膜の厚みと微細溝構造の溝ピッチの関係が $0.1 < \text{溝ピッチ} / \text{透光性薄膜の厚み} < 50$ であることを特徴とする回折光学素子において、透光性薄膜を所望の厚さにPVD法やスピンコート法で成膜した後、微細溝構造をフォトリソグラフィ法でパターンニングし、RIE（反応性イオンエッチング）を用いて透光性薄膜のみにエッチング加工する工程を含む回折光学素子の製造方法。

【請求項7】 回折光学素子はレーザビームの分割、偏光、形状変換等の複数の機能を有する請求項5の製造方法。

【請求項8】 透光性薄膜の形成はPVD法、またはスピンコート法により行われる請求項5又は6の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ミクロンオーダーの微細溝構造による光の回折効果を利用して、レーザビームの分割、偏光、形状変換などの複数の機能を有する回折光学素子に関し、特に光ピックアップのホログラムレーザユニット用ホログラフィック光学素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 回折光学素子の機能はレンズ機能、分岐／合波機能、光強度分布機能及び波長フィルター機能に大別される。近年、回折光学素子はその複合機能と複製による量産性を特徴として、マイクロ 옵ティクスとし

ての応用が盛んに検討されている。CDプレーヤー用の光ピックアップにおいては、これに必要とされるビームスプリット機能と焦点誤差検出機能、トラック誤差検出機能を一枚の回折光学素子に複合化し、商品化されている。さらに、偏光性を有する回折光学素子も開発され、検光子機能を必要とする光磁気ディスクの光ヘッドに応用されている。一方、DVDピックアップへの応用では、球面収差補正レンズとしての機能も持たせている。

【0003】 このような回折光学素子は一般的にはフォトリソグラフィ手法を用いてガラス基板の上に直接形成される。一方、近年、ダイヤモンドバイトを用いた超精密切削により光学素子に微細形状を形成したり、金型に微細加工を施しその形状をガラスやプラスチック材料の上に転写する技術の確立も進んでいる。

【0004】 例えば、“レーザディスク用ホログラムピックアップ” シャープ技報、第48号、3月、p21（1991）には、フォトリソグラフィ手法を用いた光ピックアップ用のホログラフィック素子が開示されている。電子ビーム描画装置を用いてフォトマスクを作製し、このフォトマスクのパターンをコンタクト露光法で5インチφの石英ガラス基板上のレジストに転写する。そして、このレジストをマスクとして、斜め入射イオンビームエッチング法を用いてホログラムを形成する。

【0005】 また、“光学素子の超精密加工”、東芝レビュー、Vol. 52、No. 7、p55（1997）には、金型に微細加工を施しその形状をプラスチック材料の上に転写する技術が開示されている。ホログラフィック光学素子の複雑なパターンを超精密加工で金属原盤に加工し、この原盤の微細なパターンを射出成型法でプラスチック材料に転写し素子を得ている。

【0006】 さらに、“プレス成形による光学ガラスレンズの作製”、NEW GLASS Vol. 13、No. 2、p32（1998）には、金型に微細加工を施しその形状をガラス材料の上に転写する技術が開示されている。ガラスの超精密プレス技術を駆使し、ガラスレンズ上にホログラムを一体化した2焦点ガラスレンズを作製し、1つのピックアップでDVDとCDの再生を可能にしている。

【0007】 このように、回折光学素子は超精密なパターンを精度良くガラス或いはプラスチック基板上に形成する必要があり、これらの方法を用いて、単一基板上にパターン成形した場合には、特に、パターンの深さ方向の精度も厳密に要求されるため微細加工精度に問題があった。また、RIE工程でガラス基板上のパターンを微細加工する場合、ガラス基板としては一般に石英ガラスが用いられている。石英ガラスはRIEにより容易に微細加工が可能であるが、より安価で屈折率の大きな他成分ガラスの場合は通常のRIEではエッチングレートが遅くまた、加工精度にも問題があり、回折光学素子に用いることが困難であった。また、基板の屈折率に制限が

(3)

あり素子設計の自由度を妨げる原因であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このような実状のもとに、本発明は開発されたものであって、その目的は、より安価な基板上に微細加工が容易な薄膜層を形成し、その薄膜層にR I Eを用いて微細溝加工を行うことで、再現性及び加工精度と量産性に優れ、また、素子設計の自由度に富む構造を有する回折光学素子を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明は、ミクロンオーダの微細溝構造による光の回折効果を利用して、レーザビームの分割、偏光、形状変換などの複数の機能を有する回折光学素子において、該回折光学素子が光学的に透明である基板片面または両面に透光性薄膜を有し、該透光性薄膜に微細溝構造が形成され、透光性薄膜の厚みと微細溝構造の溝ピッチの関係が $0.1 < \text{溝ピッチ} / \text{透光性薄膜の厚み} < 50$ であることを特徴とする回折光学素子を提供する。

【0010】また、本発明の好ましい形態として、光学的に透明である基板がガラス材料、有機材料、セラミックス材料、単結晶材料の一種から構成される。

【0011】また、本発明の好ましい形態として、透光性薄膜がガラス材料、有機材料、セラミックス材料の一種から構成される。このような材料はR I Eにより容易にエッチングできる性質を有するものから選択する。また好ましい形態において、透光性薄膜に形成される微細溝は透光性薄膜の表面から基板との界面までの全厚に及ぶ深さを有し、それにより微細溝の深さを精密に制御することができる。

【0012】本発明の好ましい形態として、R I Eによる加工性の良い好ましい透光性薄膜が SiO_2 、 SiON 、 SiN 、 Si_3N_4 の少なくとも一種より構成される。

【0013】また、本発明の好ましい形態としてミクロンオーダの微細溝構造による光の回折効果を利用して、レーザビームの分割、偏光、形状変換などの複数の機能を有する回折光学素子において、該回折光学素子が光学的に透明である基板片面または両面に透光性薄膜を有し、該透光性薄膜に微細溝構造が形成され、透光性薄膜の厚みと微細溝構造の溝ピッチの関係が $0.1 < \text{溝ピッチ} / \text{透光性薄膜の厚み} < 50$ であることを特徴とする回折光学素子において、透光性薄膜を所望の厚さにPVD法やスパインコート法で成膜した後、微細溝構造をフォトリソグラフィ法でパターンニングし、R I E（反応性イオンエッチング）を用いて透光性薄膜のみにエッチング加工する工程を含む回折光学素子の製造方法から構成される。この場合に、好ましくは基板を比較的R I Eによりエッチングし難い材料から選択し、透光性薄膜を比較的エッチングし易い材料から選択すると、透光性薄膜の

全厚にわたってR I Eエッチングを行うことで容易に精密な微細溝深さを達成することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。本発明の対象となる回折光学素子は、図1及び図2に示されるように、回折光学素子が光学的に透明である基板1の片面または両面に透光性薄膜2を有し、該透光性薄膜に微細溝構造3が形成され、透光性薄膜の厚みと微細溝構造の溝ピッチの関係が $0.1 < \text{溝ピッチ} / \text{透光性薄膜の厚み} < 50$ であることを特徴とする回折光学素子から構成される。この際、光学的に透明である基板1がガラス材料、有機材料、セラミックス材料、単結晶材料の一種から構成される。また、透光性薄膜2はガラス材料、有機材料、セラミックス材料の一種から構成される。これらの材料のR I Eによるエッチング特性は好ましくは上に述べた関係を有するように選択する。

【0015】さらに、本発明の回折光学素子は基板1の片面または両面に透光性薄膜2を所望の厚さにPVD法やスパインコート法で成膜した後、微細溝構造3をフォトリソグラフィ法でパターンニングし、R I E（反応性イオンエッチング）を用いて透光性薄膜2のみにエッチング加工する工程で製造される。

【0016】本発明の光学的に透明である基板1としては、特に制限されるものではないが、ガラス材料としては、石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、アルミノケイ酸ガラス、鉛ガラス等が用いられる。また、有機材料としては、ポリイミド、フッ素化ポリイミド等の材料が好ましい。セラミックス材料としては、透光性アルミナ、PLZT等のホットプレスで製造されたものを用いることができる。さらに、単結晶材料としては、シリコン、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、酸化マグネシウム、サファイア等を用いることができる。

【0017】本発明の透光性薄膜2としては、R I Eで比較的エッチングレートが早いものであれば特に制限はないが、ガラス材料としては、 SiO_2 が好ましい。また、有機材料としてはポリイミド、フッ素化ポリイミド等、セラミックス材料としては SiON 、 SiN 、 Si_3N_4 等が好ましい。この際、透光性薄膜2の微細溝構造3のピッチ/透光性薄膜の厚さの比が 0.1 以下の場合には、入射された光が回折しなくて、回折光学素子としての機能が発揮されない。一方、透光性薄膜2の微細溝構造3のピッチ/透光性薄膜の厚さの比が 50 以上の場合には、微細溝構造の作製が困難になる。この際、透光性薄膜2の微細溝構造3のピッチ/透光性薄膜の厚さが 0.1 以下の場合には、ホログラムレーザユニットにこの範囲の回折光学素子を使用すると、入射されたレーザ光の回折効率が低下するために、信号強度が低下する。つまり、レーザ光の利用効率が低下するために、レーザ

(4)

5

ユニットの機能が十分発揮されない。一方、透光性薄膜2の微細構造3のピッチ/透光性薄膜の厚さが、50以上の場合は、レーザー光の分離距離が短くなってしまい、信号検出に用いるフォトダイオードの分割パターンが微細化するために、結果として、レーザーユニットのコストアップにつながる。また、レーザーダイオードとフォトダイオードの設置間隔も狭くなるために、レーザーユニットの作成が困難になる。

【0018】また、薄膜を形成する方法として、ガラス材料及びセラミックス材料は通常スパッタ法、真空蒸着法やCVD法が用いられる。また、有機材料は真空蒸着法やスピンコート法が用いられる。

【0019】

【実施例】以下本発明の実施例を説明する。

(実施例1) 本発明の光学的に透明である基板1に3インチφのホウケイ酸ガラス基板を用い、透光性薄膜2にSiO₂薄膜を用いた光ビックアップ用の回折光学素子を下記の1~8の工程で示した作製方法を用いて作製した。この素子は基板の片面にホログラム素子と他面に回折格子を形成した構造を有する。しかし、実施例は単なる例示であり、一方の面のみに回折光学素子を有するようにしても良い。また各回折光学素子は前に述べたように2つ以上の機能を有することができる。

【0020】いかに具体的な作成方法を説明する。

1. ガラス基板洗浄工程

ガラス基板を超音波洗浄機を用いアセトン中で10分間洗浄した後、さらにイソプロピルアルコール(IPA)で2分間洗浄した。洗浄後のガラス基板はN₂ガスブローを行った後、90℃の乾燥機中で30分間乾燥した。

2. SiO₂薄膜形成工程

SiO₂薄膜の形成はスパッタ法で行った。この際SiO₂ガラスをスパッタターゲットとし、スパッタ時の圧力は0.5Pa、基板温度150℃、RFパワー1.6kWの条件下で、ホログラム素子の作製用薄膜の膜厚は4000Å、回折格子の作製用薄膜の膜厚は2000Åとした。また、各薄膜は基板両面に形成した。

3. レジスト塗布工程

まず、フォトレジストとガラス基板の密着性を向上させるために、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)処理を行った。この際、HMDS溶液をスピンコート法を用い5700rpmで20秒間の条件下で塗布した。ついで、フォトレジストを5700rpmで20秒間の条件下で塗布した後、ホットプレートを使用して110℃で120秒間ベーキングを行った。得られた膜厚は約7800Åであった。また、フォトレジストは基板両面に塗布した。

4. パターニング工程

まず両面マスクアライナーを用い、ガラス基板両面のフォトレジストにホログラムパターンと回折格子パターンを露光した。ついで、フォトレジスト専用の現像液を用

6

い、常温で現像した。現像後のガラス基板は流水で3分及び超音波洗浄機を用いイソプロピルアルコールで2分洗浄後、N₂ガスブローにより乾燥させた。

5. エッチング工程

パターニング後のSiO₂薄膜はドライエッチング法である反応性イオンエッチング(RIE)法を用いエッチングした。この際、エッチングガスとしてはCHF₃を30sccmの流量で流し、圧力3.0Pa、RFパワー200Wの条件でおこなった。エッチングはSiO₂薄膜の全厚に及び、ガラス基板は実質的にエッチングを受けなかった。

6. レジスト剥離工程

エッチング後のガラス基板を、超音波洗浄機を用い、アセトン中で10分間洗浄した後、さらにイソプロピルアルコール(IPA)で2分間洗浄し、ついでN₂ガスブローを行った後、90℃の乾燥機中で30分間乾燥した。

7. 反射防止膜(AR)コート形成工程

回折光学素子の反射防止膜として、MgF₂-ZrO₂系反射防止膜を真空蒸着法でガラス基板に両面に形成した回折光学素子上に形成した。

8. 切断加工工程

ARコート後のガラス基板をダイシング加工でウェーハ上の各素子を3mm×3mmの大きさに切断し、洗浄することでレーザーユニット用の回折光学素子を完成した。

【0021】上記作製方法で作製した回折光学素子について、各種信号検出を行った結果、当初設計通りの特性を得ることができた。

【0022】(比較例1) 光学的に透明である基板1に3インチφのホウケイ酸ガラス基板を用い、この基板に直接、実施例1と同様な方法でホログラム素子と回折格子を作製することを試みたが、RIE工程におけるエッチングレートが約1/10と遅く、また、微細溝構造の精度も問題があり、設計通りの素子を得ることが困難であった。

【0023】

【発明の効果】本発明は各種基板上に微細加工が容易な薄膜層を形成し、その薄膜層にRIEを用いて微細溝加工を行うことで、例えば、RIEを用いた加工工程において、残渣の多いような難加工性材料でも再現性及び加工精度に優れた微細溝構造を有する回折光学素子を提供できる。また、加工工程におけるエッチングレートが早く、量産性に優れ、また、素子設計の自由度に富む構造を有する回折光学素子を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による回折光学素子の図式的な断面図である。

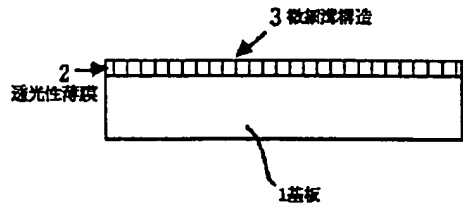
【図2】本発明の他の実施例による回折光学素子の図式的な断面図である。

(5)

【符号の説明】

1 基板

【図1】



8

2 透光性薄膜

3 微細溝構造

【図2】

